



**INTERNATIONALE AUSZEICHEN
ENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
F DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)**

(51) Internationale Patentklassifikation 4 : G01V 1/00		A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 89/04500
			(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 18. Mai 1989 (18.05.89)
(21) Internationales Aktenzeichen:	PCT/DE88/00669	Veröffentlicht	
(22) Internationales Anmeldedatum:	28. Oktober 1988 (28.10.88)	<i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i>	
(31) Prioritätsaktenzeichen:	P 37 36 873.7		
(32) Prioritätsdatum:	30. Oktober 1987 (30.10.87)		
(33) Prioritätsland:	DE		
(71)(72) Anmelder und Erfinder:	HAYDUK, Adalbert [DE/DE]; Erlbacher Straße 16, D-8261 Reischach (DE).		
(74) Anwalt:	WEY, Hans-Heinrich; Widenmayerstraße 49, D-8000 München 22 (DE).		
(81) Bestimmungsstaaten:	JP, US.		

(54) Title: ARRANGEMENT FOR SHORT-TERM EARTHQUAKE PREDICTION

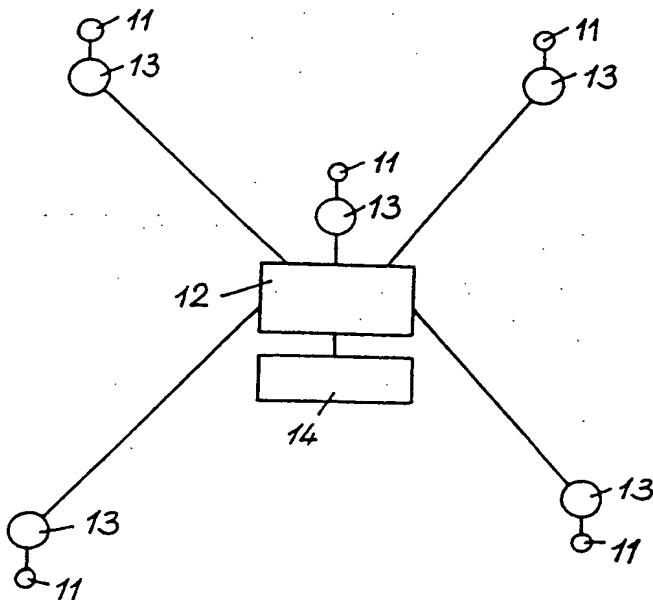
(54) Bezeichnung: ANORDNUNG ZUR KURZFRISTIGEN VORAUSSAGE VON ERDBEBEN

(57) Abstract

Arrangement for short-term earthquake prediction by observation and measurement of seismic ground oscillations by means of ultrasonic sensors (11) sensitive to high-frequency oscillations in the range above approximately 20 kHz. These sensors are buried in the soil or connected to the latter and coupled with an evaluation apparatus (12) which enables the frequency and intensity of the oscillations of the sound source to be measured.

(57) Zusammenfassung

Anordnung zur kurzfristigen Voraussage von Erdbeben durch Feststellung und Messung seismischer Bodenschwingungen mittels auf hochfrequente Schwingungen im Bereich über etwa 20 kHz ansprechender Ultraschallsensoren (11), welche in den Erdboden eingelassen oder mit diesem verbunden sind und welche mit einem Auswertungsgerät (12) gekoppelt sind, mittels welchem die Frequenz und die Intensität der Schwingungen der Schallquelle ermittelbar ist.



LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Code, die zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	FR	Frankreich	MR	Mauritanien
AU	Australien	GA	Gabun	MW	Malawi
BB	Barbados	GB	Vereinigtes Königreich	NL	Niederlande
BE	Belgien	HU	Ungarn	NO	Norwegen
BG	Bulgarien	IT	Italien	RO	Rumänien
BJ	Benin	JP	Japan	SD	Sudan
BR	Brasilien	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KR	Republik Korea	SN	Senegal
CG	Kongo	LI	Liechtenstein	SU	Soviet Union
CH	Schweiz	LK	Sri Lanka	TD	Tschad
CM	Kamerun	LU	Luxemburg	TG	Togo
DE	Deutschland, Bundesrepublik	MC	Monaco	US	Vereinigte Staaten von Amerika
DK	Dänemark	MG	Madagaskar		
FI	Finnland	ML	Mali		

-1-

Anordnung zur kurzfristigen Voraussage von Erdbeben

Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur kurzfristigen und weitgehend exakten Voraussage von Erdbeben durch Feststellung und Messung seismischer Bodenschwingungen.

Aus umfassenden geologischen und seismologischen Untersuchungen ist es bekannt, in welchen Bereichen der Erde Erdbeben aufzutreten pflegen, die in unregelmäßigen Abständen zu einer Stärke anwachsen, daß durch sie Katastrophen mehr oder weniger großen Ausmaßes ausgelöst werden. Man kennt somit die erdbebengefährdeten Gebiete und beobachtet dortselbst durch seismische Messungen Bewegungen im Erdmantel, um Rückschlüsse auf den Ausbruch größerer Erdbeben ziehen zu können.

Es ist bisher nicht möglich gewesen, einen Zeitpunkt für ein zu erwartendes Erdbeben mit der erforderlichen Genauigkeit vorauszusagen, um dann rechtzeitig Maßnahmen treffen zu können, die dem Schutz der betroffenen Bevölkerung, der Tiere und auch von Gegenständen dienen, damit aus Erdbeben resultierende Schäden so klein wie möglich sind.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Anordnung vorzuschlagen, die es ermöglicht, Erdbeben kurzfristig und möglichst exakt vorauszusagen, um die erwähnten Maßnahmen rechtzeitig treffen zu können.

Zur Lösung dieser Aufgabe wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, in erdbebengefährdeten Gebieten wenigstens einen, vorzugsweise jedoch eine Mehrzahl von auf hoch-

-2-

frequente Schwingungen im Bereich über etwa 20 kHz ansprechende Ultraschallsensoren in den Erdboden einzulassen oder mit diesem zu verbinden, welche mit einem zentralen Auswertungsgerät verbunden sind, mittels welchem die Frequenz und die Intensität der Schwingungen und gegebenenfalls wenigstens die ungefähre Lage des Epizentrums der Schallquelle ermittelt wird, und welches zweckmäßigerweise mit einem Alarmgerät kombiniert ist, welches automatisch und direkt für eine Warnung der betroffenen Bevölkerung sorgt.

Die von den Sensoren empfangenen Ultraschallwellen können direkt oder modifiziert und gegebenenfalls verstärkt an das Auswertungsgerät übertragen werden. Die Übertragung der Signale von den Sensoren bzw. von den diesen zugeordneten Geräten zu dem zentralen Auswertungsgerät erfolgt entweder drahtlos oder mittels elektrischer Leitungen.

Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, daß es von einer Reihe von Tieren bekannt ist, speziell solchen, die in Erdhöhlen leben, kurz vor einem Erdbeben ihre Schlupfwinkel oder Behausungen zu verlassen und an die Erdoberfläche zu fliehen, und zwar bereits zu einem Zeitpunkt, da Seismographen noch keine Bodenbewegungen bzw. Erschütterungen registrieren. Aber nicht nur auf der Erdoberfläche bzw. in Höhlen od.dgl. lebende Tiere, sondern auch im Wasser lebende Tiere zeigen vor Auftreten von Erdbeben ein abnorm geändertes Verhalten größter Unruhe und Panik. Beobachtungen dieser Art sind an den verschiedensten Stellen der Erde und seit langer Zeit bereits gemacht worden. Entsprechende Beobachtungen des zuvor beschriebenen Verhaltens von Tieren in China waren Ursache dafür, daß bei dem starken Erdbeben in der

-3-

Provinz Liaoning im Jahre 1975 rechtzeitig Maßnahmen eingeleitet worden sind, um die Bevölkerung zu warnen und zu veranlassen, sich in Sicherheit zu bringen. Es sind die unterschiedlichsten Vermutungen angestellt worden, was Ursache für das Verhalten der Tiere sein könne.

Erkenntnisse des Erfinders laufen darauf hinaus, daß bei Gesteinsdeformationen infolge starker Druckeinwirkungen das Kristallgefüge in hochfrequente Schwingungen gerät, wodurch das Gestein oberflächlich Ultraschallwellen abstrahlt, welche dann Ursache für das erwähnte Verhalten der Tiere sind. Dies ist auch durchaus verständlich, weil Tiere über Organe verfügen, die solche Schwingungen wahrzunehmen gestatten, während das menschliche Gehör Schallwellen mit Frequenzen äußerstensfalls bis zu etwa 20 kHz wahrzunehmen vermag.

Fische sind zwar nicht in der Lage, Ultraschall akustisch wahrzunehmen, jedoch kann man wohl davon ausgehen, daß die Ultraschallwellen im Wasser Kavitationen hervorrufen, die das Gewebe schädigen und sehr schmerhaft und mitunter sogar tödlich sein können. Sollte diese Hypothese richtig sein, stehen Wassertiere bei nahenden Erdbeben unter erheblich stärkerem Stress als Landtiere oder Vögel, weshalb Fische häufig massenweise bereits stunden- oder tagelang vor schweren Erdbeben verenden, wie festgestellt worden ist.

Bislang ist in der Erdbebenforschung noch nicht nach Ultraschallemissionen des Bodens gefahndet worden, da nach Auffassung der Seismologen und Geophysiker die Hypozentren der Beben viel zu tief liegen, als daß hochfrequente Schallwellen bis an die Erdoberfläche durch-

dringen könnten.

Diese Auffassung kann insofern nicht geteilt werden, als man das Hypozentrum eines Erdbebens nicht als alleinige Schallquelle ansehen darf, sondern Schallemissionen nach den Gesetzmäßigkeiten der Festkörperphysik überall dort registrierbar sein müssen, wo aufgrund von Druckeinwirkung Gestein elastisch oder plastisch deformiert wird.

Da die Herdflächen, von deren Größe die Bebenmagnitude abhängt, vor Starkbeben sehr groß sind und auch die obersten Gesteinsschichten unter deformierendem Druck stehen, erscheint es naheliegend, daß Tiere bei nahenden Erdbeben durch Ultraschallemissionen beunruhigt oder in Panik versetzt werden.

Die ständige Beobachtung bestimmter Tiere in erdbebengefährdeten Gebieten ist für eine rechtzeitige Erdbebenvorhersage nicht geeignet, zumal die Beobachtung der Tiere und deren Verhalten durch Beobachter subjektiv beeinflußt ist. Somit ist es erforderlich, objektive Kriterien als Grundlage für eine sinnvolle und rechtzeitige Erdbebenvoraussage zu gewinnen.

Gemäß der Erfindung sind die Ultraschallwellen die gesuchten Kriterien, mit deren Hilfe es möglich ist, durch die erfindungsgemäße Anordnung die notwendigen Feststellungen zu treffen, um sie dann auswerten und zur Ablösung eines Alarms verwenden zu können.

In der Zeichnung ist die erfindungsgemäße Anordnung anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels schematisch dargestellt.

-5-

Die Ultraschallsensoren 11 sind in einem erdbebengefährdeten Gebiet nach einem vorbestimmten Raster bzw. nach geologischen Gegebenheiten verteilt in die Erdoberfläche eingelassen bzw. dort, wo fester, tiefreichender Fels ansteht, mit diesem fest verbunden. Die von den Sensoren 11 empfangenen Signale hochfrequenter Schwingungen im Bereich über etwa 20 kHz werden entweder direkt dem Auswertungsgerät 12 oder unter Zwischenschaltung eines Geräts 13, welches die Signale zwecks besserer Übertragung modifiziert und bzw. oder verstärkt, diesem übermittelt.

Das Auswertungsgerät 12 ermittelt die Frequenz und die Intensität der Ultraschallschwingungen sowie auch die ungefähre Lage des Epizentrums des sich ankündigenden Erdbebens und leitet, wenn vorbestimmte Kriterien erfüllt sind, ein entsprechendes Signal an das Alarmgerät 14, welches sodann im gesamten betroffenen Bereich automatisch Warnsignale auslöst, um die betroffene Bevölkerung zu informieren. Die Übermittlung der Signale von den Sensoren 11 bzw. den diesen zugeordneten Geräten 13 zu dem zentralen Auswertungsgerät 12 kann entweder drahtlos oder mittels elektrischer oder dgl. Leitungen erfolgen.

Das Alarmgerät ist zweckmäßigerweise derart eingerichtet, daß es Signale an eine Vielzahl im betroffenen Bereich verteilt angeordnete Stationen übermittelt, mittels welcher beispielsweise Gasleitungen streckenweise abgesperrt oder Kraftwerke, Betriebe oder dgl. unverzüglich stillgelegt werden, um durch sie möglicherweise verursachte Katastrophen zu vermeiden.

-6-

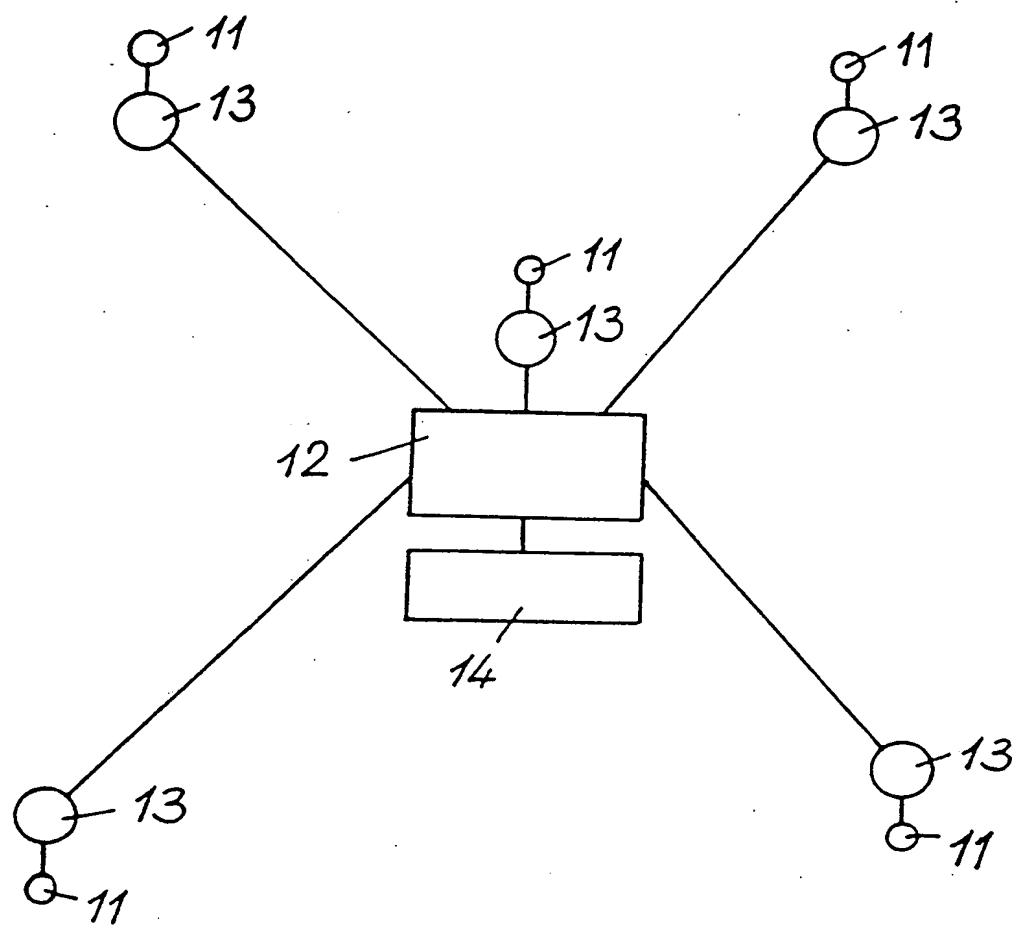
Liegen einmal Aufzeichnungen des Auswertungsgeräts über einen längeren Zeitraum vor, lassen sich daraus weitere Rückschlüsse ziehen, die die Erdbebenvoraussage noch präziser zu gestalten vermögen.

A n s p r ü c h e

1. Anordnung zur kurzfristigen Voraussage von Erdbeben durch Feststellung und Messung seismischer Bodenschwingungen, dadurch gekennzeichnet, daß in erdbebengefährdeten Gebieten wenigstens ein auf hochfrequente Schwingungen im Bereich über etwa 20 kHz ansprechender Ultraschallsensor (11) in den Erdboden eingelassen oder mit diesem verbunden ist, welcher mit einem Auswertungsgerät (12) verbunden ist, mittels welchem die Frequenz und die Intensität der Schwingungen der Schallquelle ermittelbar ist.
2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine Mehrzahl von Ultraschallsensoren (11) mit dem Auswertungsgerät (12) verbunden ist, mittels welchen zusätzlich wenigstens die ungefähre Lage des Epizentrums der Schallquelle ermittelbar ist.
3. Anordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Auswertungsgerät (12) mit einem Alarmgerät (14) kombiniert ist.

- 8 -

4. Anordnung nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die von den Sensoren (11) empfangenen Ultraschallwellen direkt oder modifiziert und gegebenenfalls verstärkt an das Auswertungsgerät (12) übertragen werden.
5. Anordnung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Übertragung der Signale von den Sensoren (11) bzw. von den diesen zugeordneten Geräten (13) zu dem zentralen Auswertungsgerät (12) drahtlos erfolgt.
6. Anordnung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Übertragung der Signale von den Sensoren (11) bzw. von den diesen zugeordneten Geräten (13) zu dem zentralen Auswertungsgerät (12) mittels elektrischer Leitungen erfolgt.



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No. PCT/DE 88/00669

I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER (if several classification symbols apply, indicate all) *

According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC

Int Cl⁴ G 01 V 1/00

II. FIELDS SEARCHED

Minimum Documentation Searched ?

Classification System	Classification Symbols
Int Cl ⁴	G 01 V

Documentation Searched other than Minimum Documentation
to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched *

III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT*

Category * : Citation of Document,¹¹ with indication, where appropriate, of the relevant passages¹² | Relevant to Claim No.¹³

- X Journal of the Audio Engineering Society, 1,2
Vol. 23, Nr 6, July-August 1975,
R.C. Heyser: "Earthquake prediction
by acoustic methods", pages 469-470
see page 470, column 1, paragraph 3;
page 470, column 2, paragraph 3
-
- X CA, A, 1208349 (J.B. VANCE) 22 July 1986 1-6
see page 1, lines 1-2; page 2, lines 7-31;
page 3, line 22 - page 4, line 18;
page 5, lines 6-24; figure 1
-

* Special categories of cited documents: ¹⁰

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier document but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step

"Y" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

IV. CERTIFICATION

Date of the Actual Completion of the International Search | Date of Mailing of this International Search Report:

30 January 1989 (30.01.89)

21 February 1989 (21.02.89)

International Searching Authority

Signature of Authorized Officer

European Patent Office

ANNEX TO THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT
ON INTERNATIONAL PATENT APPLICATION NO.

DE 8800669
SA 24966

This annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report. The members are as contained in the European Patent Office EDP file on 09/02/89. The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information.

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
CA-A- 1208349	22-07-86	US-A- 4649524	10-03-87

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

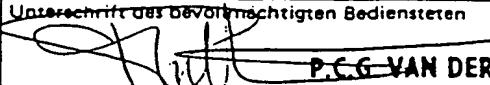
PCT/DE 88/00669

		I. KLASSEFAKTION DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS (bei mehreren Klassifikationssymbolen sind alle anzugeben) ⁶
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
Int. Cl. 4	G 01 V 1/00	
II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff ⁷		
Klassifikationssystem		Klassifikationssymbole
Int. Cl 4	G 01 V	
Recherchierte nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen ⁸		
III. EINSCHLÄGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN ⁹		
Art*	Kennzeichnung der Veröffentlichung ¹¹ , soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile ¹²	Betr. Anspruch Nr. ¹³
X	Journal of the Audio Engineering Society, Band 23, Nr 6, Juli-August 1975, R.C. Heyser: "Earthquake prediction by acoustic methods", Seiten 469-470 siehe Seite 470, Spalte 1, Absatz 3; Seite 470, Spalte 2, Absatz 3 --	1,2
X	CA, A, 1208349 (J.B. VANCE) 22. Juli 1986 siehe Seite 1, Zeilen 1-2; Seite 2, Zeilen 7-31; Seite 3, Zeile 22 - Seite 4, Zeile 18; Seite 5, Zeilen 6-24; Figur 1 -----	1-6

- * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen¹⁰:
- "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

- "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

IV. BESCHEINIGUNG

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
30. Januar 1989	21 FEB 1989
Internationale Recherchenbehörde	Unterschrift des bevoormächtigten Bediensteten
Europäisches Patentamt	 P.C.G. VAN DER PUTTEN

**ANHANG ZUM INTERNATIONALEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE INTERNATIONALE PATENTANMELDUNG NR.**

DE 8800669
SA 24966

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten internationalen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am 09/02/89.
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
CA-A- 1208349	22-07-86	US-A- 4649524	10-03-87